

**DIE PHYSIOLOGISCHE CHEMIE IN MÜNCHEN
UNTER AMANDUS HAHN (1889 - 1952)**

Christian Dorn

1975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551925_0040

Aus dem Institut der Geschichte der Medizin
der Universität München
Vorstand: Professor Dr. med. Dr. med. h.c. Heinz G o e r k e

DIE PHYSIOLOGISCHE CHEMIE IN MÜNCHEN UNTER
AMANDUS HAHN (1889 - 1952)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Christian Dorn

aus
Kirchreit

1975

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Dr. med. h. c. Heinz Goerke
Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 22. 7. 1975



I. EINLEITUNG

II. LEBENSLAUF UND TÄTIGKEIT BIS 1921

III. AKADEMISCHER LEHRER UND MITARBEITER AM PHYSIOLOGISCHEN INSTITUT DER LUDWIG MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

IV. VORGÄNGER, MITARBEITER und DOKTORANDEN

V. WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN

1. Frühe Arbeiten zur Physiologie und Physiologischen Chemie

- a) Umwandlung von Kreatin und Kreatinin
- b) Einfluß neutraler Alkalisalze auf diastische Fermente
- c) Untersuchungen über Pyrimidinderivate

2. Forschungen auf dem Gebiet des Intermediärstoffwechsels

A. Dehydrierungsvorgänge im Intermediärstoffwechsel:

- a) Theoretische Voraussetzungen zu Hahns Versuchen
- b) Dehydrierung der Bernsteinsäure
- c) Abbau der Apfelsäure bis zur Brenztraubensäure
- d) Dehydrierung der Milchsäure
- e) Oxydation der Milchsäure
- f) Dehydrierung der Zitronensäure und weiterer Stoffwechselprodukte.

B. Bedeutung der Feinstruktur des Muskels für die Kohlenhydratbildung

C. Erholungsvorgänge im Muskel

D. Weitere Fermentarbeiten über die Milchsäure

- a) Abbau der Milchsäure durch Hefefermente
- b) Hemmung der Milchsäure durch Sauerstoff

E. Kohlenhydratstoffwechsel verschiedener Organe

VI. ZUSAMMENFASSUNG

F. Nachwort

DIE PHYSIOLOGISCHE CHEMIE IN MÜNCHEN UNTER AMANDUS HAHN (1889 - 1952)

I. EINLEITUNG

"Am 1. Januar 1952 verschied am Ende seines 63. Lebensjahres der Direktor des Physiologisch-chemischen Institutes der Universität München, Professor Dr. phil. et med. A. H A H N. Die Gedanken derer die das Ableben dieser feingebildeten Persönlichkeit als großen Verlust betrauern, richten sich zwangsläufig auf die letzte Epoche seines Daseins, die gekennzeichnet war von einem mit unerbittlicher Härte fortschreitenden Leiden, dem ein gnädiger Tod ein Ende bereitete.

So gibt auch die jüngere Vergangenheit allein nicht die richtige Sicht in das Wesen dieses Mannes, und es erscheint daher sinnvoll, zunächst die Zeit zu betrachten, in der sich die Schaffenskraft des Verstorbenen noch frei entfalten konnte." (1) Mit diesen Worten gedachte sein Freund und langjähriger Mitarbeiter Professor Helmut N I E M E R (2) des Mannes, dessen Lebensarbeit hier gewürdigt werden soll. Zuerst wird der Ablauf seines persönlichen Lebens dargestellt werden, sodann seine Bedeutung und seine wichtigsten Beiträge auf dem Gebiet der Physiologischen Chemie.

II. LEBENSLAUF UND TÄTIGKEIT BIS 1921

Amandus Hahn wurde am 16. Januar 1889 als Sohn des Oberbaurates Otto Hahn in Düsseldorf geboren. In Frankfurt am Main besuchte er das humanistische Gymnasium und legte dort Ostern 1907 die Reifeprüfung ab. Im gleichen Jahr nahm er an der Universität Jena das Studium der Mathematik und Physik auf. Im November 1908 wechselte er zur Medizin über. Mit dem Sommersemester 1909 setzte er das Studium an der Universität München fort und legte hier am Ende des Semesters die medizinische Vorprüfung ab. Er promovierte dann im

Dezember 1911 bei Geheimrat Richard v. Hertwig (3) in der Philosophischen Fakultät mit einer zoologischen Arbeit: "Einige Beobachtungen an Riesenlarven von *Rana esculantae*" zum Dr. phil.; geprüft wurde er in den Fächern Zoologie, Chemie und Physiologie. In seiner Arbeit hat HAHN übrigens die Auffassung vertreten, daß das Riesenwachstum der Tiere mit einer Hypertrophie der Hypophyse in Zusammenhang stehen müsse.

In der Folgezeit arbeitet HAHN hauptsächlich auf chemischem Gebiet. Er befaßte sich zunächst an den chemischen Unterrichtsanstalten in Frankfurt am Main und München mit den Methoden der organischen und anorganischen Chemie. Seit Dezember 1912 war er unter Leitung des Nobelpreisträgers Hans Fischer (4) in der II. Medizinischen Klinik mit Untersuchungen über Pyrrolderivate und den roten Blutfarbstoff befaßt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind unter dem Titel "Synthese des Trimethylpyrrols und des Trimethylpyrrols", und "Brommesoorphyrin und die Reduktion von Blut- und Gallenfarbstoffen von kolloidalem Pallidum" sowie in einer Abhandlung über "die Molekulargröße des Hämins" veröffentlicht worden. (5)

Sein praktisches Jahr leistete HAHN an der II. Medizinischen Klinik und am Physiologischen Institut der Universität München ab. Auch während dieser Zeit hat er sich an den von Hans Fischer durchgeführten Untersuchungen über den roten Blutfarbstoff beteiligt.

Im Frühjahr 1914 erhielt Amandus Hahn mit einer Arbeit "Über die oxydative Spaltung des Hämins und des Hämopyrrols" die Würde eines Dr. med. der Medizinischen Fakultät der Ludwig Maximilians-Universität München. Die Approbation als Arzt erhielt er im August 1914. Zu Beginn des Ersten Weltkrieges wurde HAHN zum Militärdienst einberufen. Vom August 1914 an war er bis Kriegsende bei verschiedenen Einheiten als Truppenarzt eingesetzt und zuletzt als Oberarzt in Lazaretten tätig, davon 2 1/2 Jahre vor Verdun.

Am 15. Januar 1919 erhielt HAHN unmittelbar nach der Entlassung aus dem Militärdienst eine Anstellung als Assistent am Physiologischen Institut der Universität München.

HAHN strebte nun seine baldige Habilitation an. Im Gutachten vom 17. September 1919, das der Dekan der Medizinischen Fakultät an den Akademischen Senat weiterleitete, wurde festgestellt: "Herr Dr. med. A. Hahn hat am 31. März 1919 an die Medizinische Fakultät das beiliegende Gesuch um Zulassung zur Habilitation für das Fach der Physiologie gerichtet. Die von ihm gleichzeitig vorgelegte Habilitationsschrift "Die Bedeutung des Massenwirkungsgesetzes für die Physiologie" wurde von Herrn Geheimen Hofrat Professor Dr. Frank als Referenten und Herrn Geheimrat Professor Dr. Ritter von Gruber als Coreferenten als eine wertvolle wissenschaftliche Leistung anerkannt, welche von den Fakultäten zu stellenden Anforderungen völlig entspricht. Auch die am 29. August 1919 von Dr. Hahn gehaltene Probestvorlesung "Die Resorption an der Darmoberfläche" und das sich anschließende Kolloquium haben die Fakultät befriedigt. Das gleiche gilt für die am 16. August 1919 gehaltene Antrittsvorlesung "Physiologische und pathologische Bedeutung der Reaktion der Körpersäfte" zu berichten.

Die medizinische Fakultät hat einstimmig Herrn Hahn für würdig erklärt, die *venia legendi* zu erlangen und bittet den akademischen Senat beim Ministerium für Unterricht und Kultus zu befürworten, daß Herr Dr. Hahn als Privatdozent in die Universität München aufgenommen wird.

Die Habilitationsschrift HAHNs läßt bereits seine besondere Begabung, schwierige wissenschaftliche Fragen in klarer Weise darzustellen, den Stil erkennen. Seine späteren Veröffentlichungen haben dies dann immer wieder bestätigt. Die sich aus seiner Habilitation ergebende Unterrichtsverpflichtung erfüllte HAHN mit Vorlesungen über Physiologische Chemie, Chemie für Studierende der Zahnheilkunde, sowie Mitarbeit am physiologischen Praktikum. Dazu stellte er in einem Schreiben vom 31. 3. 1919 an die Medizinische Fakultät fest: "Hierbei stehen mir die Hilfsmittel des Physiologischen Institutes zur Verfügung. Während der ganzen Zeit seit meiner Approbation war ich im Heeresdienst. Doch stand ich dauernd mit Geheimrat Professor Frank in Fühlung und habe mich auf dessen Anregung mit theoretischen Problemen aus dem Gebiet der Physiologischen Chemie besonders mit der Anwendung der Physikalischen Chemie auf diese beschäftigt." (6)

III. AKADEMISCHER LEHRER UND MITARBEITER AM PHYSIOLOGISCHEN INSTITUT DER LUDWIG MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT

Amandus HAHN hat nach seiner Ernennung zum Privatdozenten seine Vorlesungstätigkeit aufgenommen. Daneben war er, wie seine Publikationen bestätigen, unermüdlich als Forscher tätig. Auf die zusammen mit seinen Mitarbeitern herausgebrachten Veröffentlichungen wird in einem späteren Abschnitt noch ausführlicher eingegangen werden. Von besonderer Bedeutung für HAHN und für das Fach der Physiologischen Chemie war, daß er am 1. 7. 1921 zum Konservator am Physiologischen Institut ernannt und ihm gleichzeitig die Leitung der physiologisch-chemischen Abteilung des Physiologischen Institutes übertragen wurde. Damit hatte die Physiologische Chemie die erste Stufe der Selbständigkeit an der Universität München erreicht. Für Amandus HAHN war dies ein besonderer Ansporn zu wissenschaftlicher Arbeit. Aber auch als akademischer Lehrer erhielt er dadurch Auftrieb.

Bereits 1919 nahm er gemeinsam mit dem damaligen Privatdozenten Philipp BRÖMSER (7) und dem damaligen Direktor des Physiologischen Instituts Otto FRANK (8) am physiologischen Praktikum teil. HAHN hat sich an diesem Praktikum auch weiterhin beteiligt, auch nachdem im Sommersemester 1935 Dr. Philipp Brömser als o.ö. Professor die Leitung des Physiologischen Instituts übernommen hatte.

Im Jahre 1920 erhielt HAHN einen Lehrauftrag für Studierende der Zahnheilkunde. Ab Sommersemester 1920 hielt er für diese eine vierstündige Vorlesung über Chemie. Diese Vorlesung hat er bis 1952 gehalten, soweit er in den letzten Jahren noch aus gesundheitlichen Gründen dazu in der Lage war. Sein Mitarbeiter NIEMER, der Assistent bei HAHN und seit 1942 Privatdozent war, hat dann diese Vorlesung weitergeführt. (9)

Ab Sommersemester 1927 hielt HAHN eine einstündige Vorlesung über "die Anwendung der Physikalischen Chemie auf die Physiologie mit besonderer Berücksichtigung des Massenwirkungsgesetzes, der Gase verdünnter Lösungen und der Wasserstoffzahl". Diese Vorlesung ist

in Vorlesungsverzeichnis des Wintersemesters 1933/34 das letztmal aufgeführt. Außerdem war ihm noch ein Lehrauftrag für Studierende der Körpererziehung übertragen. Daher ist seit Wintersemester 1936 eine Vorlesung über die Grundzüge der Physiologie besonders für Turnlehrer auf seinem Vorlesungsprogramm zu finden. Außerdem sind im Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1934/35 noch eine einstündige Vorlesung über Fermente und im Wintersemester 1938/39 eine Vorlesung über Grundzüge der Physiologie angekündigt.

Die ersten Unterrichtsveranstaltungen auf dem Gebiet der Physiologischen Chemie hat HAHN im Wintersemester 1920 durchgeführt. Er hielt seither alle zwei Semester eine Vorlesung über Physiologische Chemie, somit die erste spezielle biochemische Unterrichtsveranstaltung. Seit 1933 hat er diese Vorlesung, inzwischen dreistündig, bis zum Wintersemester 1936/37 in jedem Semester abgehalten. Seit dem ersten Trimester 1940 war die inzwischen fünfstündige Vorlesung in "Physiologische Chemie und Wehrchemie" bzw. "Arbeits- und Kampfstoffchemie" umbenannt worden. Nach dem Zweiten Weltkrieg behielt HAHN diese nunmehr auf 6 Wochenstunden ausgebaute Vorlesung bei, solange ihm dies aus gesundheitlichen Gründen noch möglich war, deshalb hat, wie bereits erwähnt, sein Mitarbeiter NIEMER diese Vorlesung weitergeführt.

Erst relativ spät hat HAHN ein biochemisches Praktikum eingeführt. Nachdem er im Sommersemester 1941 noch am physiologischen Praktikum mitgewirkt hatte, bot er im Wintersemester 1941/42 erstmals ein physiologisch-chemisches Praktikum an, das auch zustande kam. Dem lag zugrunde, daß HAHN am 1. Oktober 1941 zum Direktor des Physiologisch-Chemischen Instituts ernannt worden war und man ihm mit Wirkung vom 1. April 1942 die freie Planstelle eines a.o. Professors für Physiologische Chemie übertragen hatte. Man kann mit gutem Recht sagen, daß sich mit der Bestellung von Amandus HAHN zum Konservator und Leiter der biochemischen Abteilung des Physiologischen Instituts, erstmals eine selbständige Physiologische Chemie in München abzuzeichnen begann, auch wenn sie noch immer als ein Teilgebiet angesehen wurde und deshalb auch noch kein eigener ordentlicher Lehrstuhl für dieses Fach eingerichtet worden war. Aber bevor

sich dies ändern sollte, wurde HAHN nach Kriegsende im Oktober 1945 zunächst einmal zum stellvertretenden Direktor des Physiologischen Instituts bestellt.

In einem Schreiben des Rektors Albert REHM (10), Vorsitzender des Ausschusses zur Wiedereröffnung der Universität, an HAHN vom 30. November 1945 heißt es:

"Ich beehre mich, Ihnen mitzuteilen, daß der vorbereitende Ausschuß zur Wiedereröffnung der Universität Sie aufgrund der Entschlieung des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus Nr. V 2580 vom 15. 10. 1945 kommissarisch zum Stellvertreter des ordentlichen Professors für Physiologie und Direktor des Physiologischen Instituts der Universität München bestellt hat. Die Vertretung ist nur vorübergehend. Diese Genehmigung der Militärregierung und des Staatsministeriums für Unterricht und Kultus werde ich unverzüglich beantragen. Die Bestellung tritt in Kraft, sobald diese Genehmigungen vorliegen. (11) "

Amandus HAHN übernahm nun zusammen mit dem Privatdozenten Hans REICHEL (12) zusätzlich zu den biochemischen auch die physiologischen Vorlesungen. Dies dürfte für ihn aufgrund seiner langjährigen Mitarbeit am Physiologischen Institut nicht schwer geworden sein. Im Sommersemester 1947 übernahm der Privatdozent REICHEL die physiologischen Vorlesungen und Übungen. Ab Wintersemester 1948/49 war dann der bereits seit 1941 in München als ordentlicher Professor und Direktor des Physiologischen Instituts tätig gewesene Richard Wagner (13) wieder in sein Amt eingesetzt worden.

An dieser Stelle muß vermerkt werden, daß die Gebäude des Physiologischen und Physiologisch-chemischen Instituts im Jahre 1944 durch Brandbomben zerstört worden waren. Die Vorlesungen und Übungen mußten deshalb noch zu HAHNs Lebzeiten, also über das Jahr 1952 hinaus, im Pharmakologischen Institut in der Nußbaumstraße 28 abgehalten werden. Einige Übungen konnten allerdings in einer Baracke auf dem Gelände des ehemaligen Physiologischen Instituts durchgeführt werden. Infolge der Brandschäden ist wertvollstes wissenschaft-

liches Material verloren gegangen. Auch HAHNs Wohnung in der Bürckleinstraße, in die er im März 1937 nach seiner Verheiratung (14) gezogen war, blieb von den Folgen des Krieges nicht verschont. Da bei den Bombenangriffen nahezu HAHNs gesamte wissenschaftliche Privatbibliothek und Materialien vernichtet worden waren, ist es auch verständlich, daß nach dem Kriege keine größeren wissenschaftlichen Arbeiten mehr von ihm veröffentlicht worden sind. Zwar konnte er 1945 am Fröbelplatz 15 eine neue Wohnung finden; die Nachkriegsbedingungen waren jedoch in jeder Hinsicht denkbar ungünstig. Hinzu kam, daß HAHNs Gesundheitszustand sich verschlechtert hatte, nachdem er sich bereits 1942 einer Magenoperation hatte unterziehen müssen.

Im Jahre 1946 wurde Amandus HAHN vom damaligen Rektor REHM gebeten in den Ausschüssen, denen bisher Professor Lanz angehört hatte, dessen Vertretung zu übernehmen. Es handelte sich um den Eröffnungsausschuß, der am 7. Januar 1946 tagte und Imatrikulationsausschuß, bei dem erhebliche Arbeit anfiel. HAHN wurde dadurch in den ersten Nachkriegsjahren zu den Aufgaben für sein Fach noch erheblich in Anspruch genommen. Zusätzlich erschwerten die Verhältnisse der Zeit überhaupt jegliche wissenschaftliche Arbeit. Nach Berichten seiner damaligen Mitarbeiter soll HAHN unter diesen veränderten Bedingungen, unter denen er sein Lehramt ausüben mußte, ganz besonders gelitten haben.

Als er im Mai 1946 vom Prodekan der Medizinischen Fakultät in Marburg das Angebot erhielt, den dortigen Lehrstuhl für Physiologische Chemie zu übernehmen, soll er deshalb geneigt gewesen sein, München zu verlassen, zumal er dort sofort seine wissenschaftlichen Arbeiten in einem gut eingerichteten und intakten Institut hätte wieder aufnehmen können. HAHN war aber bereit unter der Bedingung in München zu bleiben, daß ein ordentlicher Lehrstuhl für Physiologische Chemie geschaffen und bauliche Maßnahmen im Institut durchgeführt und schließlich eine zweite Assistentenstelle gewährt würden. Das Staatsministerium für Unterricht und Kultus hat diesem Wunsche entsprochen.

Mit Wirkung vom 1. Juli 1947 wurde Antonius HAHN zum ordentlichen Professor berufen und ihm eine zweite Assistentenstelle zugewiesen. Neben NEUMER trat nun Erich MEYER (10) als wissenschaftlicher Mitarbeiter in das Institut ein.

Übrigens hatte HAHN von 1933 - 1938 auf Berufungslisten von sechs auswärtigen Universitäten gestanden, aber aus politischen Gründen niemals einen Ruf nach auswärts erhalten. Auch die Schaffung des ihm längst zugestandenen Extraordinariats für Physiologische Chemie hatte sich um Jahre verzögert, da HAHN nicht Mitglied der NSDAP war und alles andere als in der Gunst der damaligen Machthaber stand.

Daß sich HAHN ungeachtet der politischen Umstände immer in erster Linie für den Fortgang der wissenschaftlichen Forschung, die Freiheit der Lehre und die Selbstverwaltung der Universität eingesetzt hat, geht aus einem Brief hervor, den er als Prodekan am 6. Mai 1946 an den Rektor der Universität berichtet hat: "Für mein politisches Handeln habe ich mir immer sehr beschränkte Ziele gesetzt. In meiner Arbeit für die Universität sehe ich sie darin, daß ich mithilfe, der Universität wieder ihre Selbständigkeit zu verschaffen, ohne die ich mir eine deutsche Hochschule nicht vorstellen kann. Ich weiß, daß D.W. Magnifizenz gleiches Streben haben. Auch versuche ich etwas dazu beizutragen, unsere Universität aus den zur Zeit herrschenden trostlosen Zeiten des Verfalles in eine bessere Zukunft hinüberzuführen, wobei ich der Ansicht bin, daß nur der Maßstab der wissenschaftlichen Leistung eine Rolle spielen darf. Denn durch diesen Gesichtspunkt haben die deutschen Universitäten ihre Weltgeltung erlangt. Sie haben diese verloren, als ihnen von außen eine Beurteilung nach anderen Gesichtspunkten aufgezwungen wurde." (16)

In diesem Sinne hat sich HAHN erfolgreich verwendet als er unter den schweren Bedingungen der Nachkriegszeit von Dezember 1945 bis zum Sommersemester 1946 das Amt des Prodekans der Medizinischen Fakultät innehatte.

IV. VORGÄNGER, MITARBEITER UND DOKTORANDEN

HAHNs Ansichten über die Aufgaben und die Stellung der Universität wirkten sich auch auf sein Verhalten gegenüber Mitarbeitern aus. Deshalb sollen im Rahmen dieses Beitrages zur geschichtlichen und wissenschaftlichen Entwicklung des Physiologisch-Chemischen Instituts auch seine Mitarbeiter hier berücksichtigt werden.

Es ist aber auch nötig, kurz die Geschichte des Physiologischen Instituts zu berühren, um die Bedingungen und Zusammenhänge beurteilen zu können, unter denen HAHN das Fach der Physiologischen Chemie installieren konnte. (dt. siehe Anm. 7)

Im Jahre 1908 war Otto FRANK (17) von Gießen als Nachfolger Carl VOITS (18) nach München berufen worden. Otto FRANK teilte das Institut damals in eine "chemisch-physiologische" und in eine "physikalisch-physiologische Abteilung", wobei aber die physiologische Hauptvorlesung noch beide Disziplinen umfaßte. FRANK hatte damals noch selbst physiologisch-chemische Arbeiten durchgeführt und auch einer der ersten führenden Stoffwechselphysiologen der USA, wie Graham LUSK hatte bei ihm als Gast gearbeitet. Da Otto FRANK aber den Schwerpunkt seiner Arbeit auf den physikalischen Teil der Physiologie legte, sorgte er dafür, daß nach der Teilung des Instituts auch die physiologische Chemie bestmöglichst besetzt wurde. Nach Erwin BUCHNER (19) holte er Hans FISCHER, der später nach Innsbruck berufen wurde, und schließlich Amandus HAHN ans Physiologische Institut. BUCHNER und FISCHER sind durch Verleihung des Nobelpreises besonders anerkannt worden.

Warum man über HAHNs Mitarbeiter und sein Verhältnis zu ihnen berichtet, muß man heute vielleicht doch zuerst erinnern, daß sich der damalige Institutsbetrieb grundlegend von dem eines biochemischen Instituts im heutigen Sinn unterschied. Es war damals alles viel persönlicher und weit weniger ausgedehnt. So hatte HAHN von 1925 bis 1947 nur einen einzigen festangestellten Assistenten als Mitarbeiter. Vorher hatte er vorwiegend auf physiologischem Gebiet gearbeitet und infolgedessen auch mit den Physiologen zusammengearbeitet. Weiter-

hin muß man sich vergegenwärtigen, daß sich die Forschungen zu dieser Zeit, zumindest was die Hilfsmittel anbelangte, nicht wesentlich von denen zur Zeit LIEBIGs unterschieden.

HAHNs erster Assistent war Hugo FASOLD (20), der in den Jahren 1925 und 1926 bei HAHN tätig war. Von 1926 bis 1928 war die Assistentenstelle offensichtlich nicht planmäßig besetzt. In dieser Zeit hat der Chemiker Hans SCHÄFER (21) mit HAHN zusammen physiologisch-chemische Arbeiten durchgeführt. Er war Deutschamerikaner und hat als Gast aus reinem Interesse im Physiologischen Institut gearbeitet. Die Assistentenstelle hat er offenbar nicht in Anspruch genommen.

Ebenfalls gastweise war Wolfgang LAVES (22) bei HAHN beschäftigt. Auch er war Chemiker und hatte zudem eine pharmazeutische Fabrik, so daß es ihm seine persönlichen Verhältnisse gestatteten, zu seiner Weiterbildung und aus reinem Interesse am Institut tätig zu sein.

Von 1927 an war Walter HAARMANN (23) als Doktorand bei HAHN tätig und wesentlich an den damals durchgeführten Stoffwechseluntersuchungen mitbeteiligt. Er leistete dann seine Medizinalpraktikantenzeit ebenfalls am Institut ab und blieb zunächst als Hilfskraft dann seit 1929 als Assistent bis 1939 bei HAHN.

Seit 1930 hatte Amandus HAHN in Erich FISCHBACH (24) wieder einen planmäßigen Assistenten als Mitarbeiter, mit dem zusammen er eine Reihe von wichtigen Untersuchungen aus dem Gebiet des intermediären Stoffwechsels durchführte. An diesen Arbeiten war dann auch ab 1930 Helmut NIEMER beteiligt, der damals noch als Hilfskraft angestellt war. Als FISCHBACH dann 1936 seine Tätigkeit bei HAHN beendete, erhielt NIEMER die damit freigewordene Stelle eines planmäßigen Assistenten. NIEMER hatte eine Ingenieurausbildung und den Grad eines Dr.-Ing. erworben. Er studierte dann noch Medizin, promovierte am 19. 3. 40 zum Dr. med. und habilitierte sich schließlich 1942 mit einer Arbeit über "Die Hemmung der Milchsäurebildung durch Sauerstoff". Als Privatdozent hat er dann seine Vorlesungstätigkeit aufgenommen, worüber berichtet worden ist, und zwar bis 1952 war NIEMER am Physiologischen Institut als wissenschaftlicher Assistent tä-

tig, dann erfolgte seine Ernennung zum planmäßigen außerordentlichen Professor. Inzwischen hatte HAHN ab 1947 Erich MEYER als zweiten Assistenten einstellen können, der wie NIEMER noch über HAHNs Tod hinaus am Physiologisch-Chemischen Institut tätig war.

Neben den wissenschaftlichen Assistenten und außerordentlichen Mitarbeitern müssen auch die Doktoranden HAHNs genannt werden. Dies ist allein nur deshalb erforderlich, weil sich ihre Arbeiten zumeist an HAHNs Forschungen eng anschlossen. Auch sind diese Arbeiten fast alle in der Zeitschrift für Biologie veröffentlicht, zu deren Herausgebern HAHN seit 1944 gehörte.

Im Jahre 1922 haben bei HAHN Sebastian DEININGER (25), der sich mit dem Purinstoffwechsel befaßt hat, Philipp FEULING (26), dessen Arbeit den Nachweis von Kreatin und Kreatinin behandelte und Otto ROUENHOFF (27), der die Frage der Entstehung des Kreatins aus Kreatinin untersuchte, promoviert.

Drei weitere Doktoranden betreute HAHN in den Jahren 1925 und 1924. Ludwig HAAS (28) promovierte mit einer Arbeit über Pyrimidinderivate, Alois RÖHRING (29) hatte über das Vorkommen von Maltase im Mundspeichel und Pankreas gearbeitet, Herbert PUHLMANN (30) über die sogenannte Atmungsgröße und die Stoffwechsel- und Atmungsvorgänge der ruhenden Muskulatur.

1927 befaßte sich Walter HAARMANN (31) in seiner Doktorarbeit mit dem Thema: "Neuere Theorien über den Mechanismus und Verlauf der biologischen Oxydationsvorgänge". HAARMANN war seit Dezember 1927 Medizinalpraktikant bei HAHN und blieb bei ihm bis zum Jahre 1930. Zusammen mit Hahn und FISCHBACH arbeitete er über den intermediären Stoffwechsel. Die Ergebnisse sind in der Zeitschrift für Biologie veröffentlicht worden.

Zwei weitere Doktoranden betreute HAHN in den Jahren 1933 und 1934. Gottfried REICHEL (32) promovierte mit einer Arbeit über Wasserstoffakzeptoren, wobei er von HAHN und Erich FISCHBACH betreut worden war. Auch die Doktorarbeit von Karl FACHLER (33) über die Abhängigkeit des Stoffwechsels von der Körperoberfläche ist bei

Amandus HAHN entstanden. Von 1937 bis 1940 sind einige besonders interessante Doktorarbeiten unter HAHNs Anleitung gebracht worden. Es handelte sich auch dabei in erster Linie wieder um Stoffwechseluntersuchungen. Eugen DIEM (34) stellte 1937 bei HAHN über "Die Hemmung der Milchsäure im Muskel durch Sauerstoff" an. Auch er hat im chemischen Laboratorium des Physiologischen Instituts einen Teil seiner Medizinalpraktikantenzeit abgeleistet.

Ahmed ABDULLAH (35) behandelte in seiner Dissertation die Herkunft und die Bedeutung von Kreatin und Kreatinin. Blasius FREYTAG (36) hat unter Anleitung von Helmut NIEMER, damals Oberassistent am Physiologischen Institut, die Wirkungsweise des gelben Atmungsferments untersucht. Seine Ergebnisse über "Den Einfluß der gelben Atmungsfermente auf die Dehydrierung von Laktazidogen und Hexosephosphorsäure durch Hefehydrasen" sind ebenfalls in der Zeitschrift für Biologie veröffentlicht worden.

1938 promovierte Ernst MEHLER (37) mit einer Schrift über "Die Darstellung der Glycerinsäurephosphorbildung und der Glycerinphosphorsäure bei der Umsetzung der Hexosediphosphorsäure durch Hefe". Auch diese Arbeit hat HAHN zusammen mit MEHLER und OTTAWA, der gastweise im Institut arbeitete, in der Zeitschrift für Biologie abdrucken lassen.

1939 kamen unter HAHN drei weitere Arbeiten zum Abschluß. Friedrich BÄHNER (38) untersuchte den Milchsäureabbau im Muskelbrei, Werner MILLER (39) den Brenztraubensäureabbau und Ernst MEISNER (40) den Stoffwechsel des Cholesterins und andere Stearine.

Karl MUSSHOF (41) promovierte 1940 bei HAHN mit einer Arbeit über "Den Abbau der Zitronensäure".

Im Jahre 1944 legte Herta DÜDDENHÖFER (42) eine experimentelle Arbeit als Dissertation vor, die sich mit der Dehydrierung der Acetessigsäure zu Oxybuttersäure durch Hefe befaßte.

Auch während des Zweiten Weltkrieges konnte HAHN einige Doktorarbeiten betreuen.

Richard MAYR (43) behandelte die Chemie und Physiologie des Vitamins E.

1945 konnten August MAYER (44) mit einer Arbeit über "Die Dehydrasen, ihre Bezeichnungen zueinander und ihre Bedeutung im Stoffwechsel" und Wilfried SCHMEROLD (45) mit Untersuchungen über "Die Hemmung der Milchsäurebildung durch Sauerstoff in der Pylorusmuskulatur des Pferdes" bei HAHN promovieren.

1947 legte Ernst BAUR (46) seine Doktorarbeit über "Den heutigen Stand der Hämoglobinforschung", vor. Die Untersuchungen dazu hatte er teils im Feldlazarett Garmisch unter Leitung des Stabsarztes, Dr. med. habil. Erich FISCHBACH, teils im Physiologischen Institut in München bei HAHN ausgeführt.

Im selben Jahr promovierte Willi FRUHT (47) mit einer Arbeit über das Vorkommen und die Bedeutung der Oxalsäure im tierischen Körper.

Alex NIEDZWIECKI (48) beschäftigte in seiner Doktorarbeit die Frage der Fettbildung aus Eiweiß. Unter Anleitung von NIEMER und HAHN habilitierte sich 1948 Manfred MÜGGE (49) in seiner Arbeit mit dem enzymatischen Abbau pflanzlicher Glukoside.

Im gleichen Jahr konnte Wilhelm GASSELING (50) seine Arbeit über "Beiträge zur Hemmung der Glykolyse durch Sauerstoff" vorlegen, nachdem bereits im Jahre 1939 von GASSELING, NIEMER und HAHN in der Zeitschrift für Biologie ein Bericht über die Hemmung der Milchsäurebildung durch Sauerstoff erschienen war.

Es sind dann noch einige Doktorarbeiten über den Intermediärstoffwechsel erschienen, die aber dann nicht mehr von HAHN, sondern von seinem Mitarbeiter Helmut NIEMER betreut worden waren. HAHNs Gesundheitszustand hatte sich zunehmend verschlechtert, er verstarb am Neujahrstag 1952 vermutlich an den Folgen eines ihm seit Jahren quälenden Magenleidens.

V. WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN

Auch wenn bereits im letzten Abschnitt ein wesentlicher Teil der von HAHN und seinen Mitarbeitern behandelten Themen erwähnt worden ist, seien doch noch in seinem Gesamtüberblick seine wissenschaftlichen Arbeiten zusammenfassend gewürdigt. Die Titel der Veröffentlichungen sind aus der beigefügten Personallibliographie ersichtlich (11).

1. Frühere Arbeiten zur Physiologie und Physiologischen Chemie

Bereits bevor HAHN die Leitung der biochemischen Abteilung des Physiologischen Instituts erhielt, hatte er sich, wie schon dargestellt u. a. mit Untersuchungen zur Blutfarbstoffchemie befaßt. Es folgten nach 1920 Arbeiten über den Prozeß der Umwandlung von Kreatin in Kreatinin, Fermentuntersuchungen z. B. über Pankreasdiastase und schließlich Veröffentlichungen über Pyruvatminderwert. Diese Arbeiten sollen im folgenden kurz referiert werden.

a) Umwandlung von Kreatin und Kreatinin

In seiner ersten Veröffentlichung (12) über die Umwandlung des Kreatins in Kreatinin hat HAHN die Feststellung gemacht, daß bei alkalischen Reaktionen die Umwandlung von Kreatin in Kreatinin und umgekehrt eine vollständige Reaktion ergab, die nur einem eindeutig definierten Gleichgewichtszustand entsprach. In einer weiteren Untersuchung (52) zeigte er, daß im Gegensatz zur Reaktion in alkalischer Lösung Kreatin in saurer Lösung vollkommen in das Salz des Kreatinins und der entsprechenden Säure überging. In den folgenden Arbeiten (54) beschäftigte ihn die Frage, inwieweit bei der Autolyse von Blutsrum und Organextrakten Fermente wirksam werden, die Kreatin und Kreatinin abbauen oder beide ineinander überführen könnten.

Seine Ergebnisse standen im Gegensatz zu denen von Rudolf GOTT-LIEB (55), der in einer Mitteilung über das Verhalten von Kreatin und

Kreatinin die Ansicht vertreten hatte, daß, ebenso wie die Umwandlung des Kreatins in Kreatinin auch die Zerstörung beider Körper auf eine Fermentwirkung zurückzuführen sei. Dafür spricht die Tatsache, wirksame Fermentniederschläge aus Organextrakten darzustellen (56).

In der vierten Mitteilung HAHNs heißt es dazu:

"Aus allen Versuchen mit den verschiedensten Organextrakten geht somit einwandfrei hervor, daß in ihnen Kreatin oder Kreatinin zerstörende Fermente nicht existieren, ebenso wenig gibt es ein Ferment, das Kreatin in Kreatinin verwandelt. Die von GOTTLIEB beobachteten Veränderungen sind teils vorgetäuscht durch die von diesem Autor benützten Bestimmungsmethoden, teils sind sie wirklich vorhanden, aber auf den Einfluß der Reaktion der Extrakte zurückzuführen." (57)

Weiter vertrat HAHN die Auffassung, daß die Entstehung des Kreatinins beim Menschen auf einen rein physikalisch-chemischen Vorgang der Organe, speziell der Muskulatur zurückgeführt werden müsse. Seinen Versuchen zufolge spielte bei diesen Umwandlungsprozessen in erster Linie die H^+ -Ionenkonzentration eine Rolle.

HAHN hat also gezeigt, daß man die Kreatininumwandlung nach dem Massenwirkungsgesetz behandeln müsse. Seine Untersuchungen führten ihn schließlich weiter zu der Theorie, wonach der Übergang des Kreatins in Kreatinin nur von der Wasserstoffzahl des Muskels abhängt und nicht wie der Pharmakologe GOTTLIEB aus Heidelberg angenommen hatte von Fermentwirkungen. Die Genauigkeit der Untersuchungen von HAHN veranlaßte GOTTLIEB später, seine frühere Meinung aufzugeben.

b) Einfluß neutraler Alkalisalze auf diastatische Fermente

In einer seiner ersten Veröffentlichungen hat Amandus HAHN zusammen mit Karl HARPUDER den Einfluß neutraler Alkalisalze auf diastatische Fermente untersucht. (58) Die folgenden Untersuchungen galten dem Einfluß auf den elektrischen Zustand der Speichel- und Malzdiastase. (59) Dabei wurde festgestellt, daß bei den Fermenten durch

den Einfluß neutraler Alkalisalze eine Verschiebung des isoelektrischen Punktes nach der sauren Seite hin stattfand. In der Zusammenfassung heißt es: "Wir glauben den Schluß ziehen zu dürfen, daß bei den von uns untersuchten diastatischen Fermenten die Wirkung in weitem Maße von dem jeweiligen elektrischen Zustand des in Lösung befindlichen Fermentes unabhängig ist. Der Versuch von MICHAELIS und PECHSTEIN in ihren Überführungen bei Speicheldiastase, die Wirksamkeit des Fermentes ausschließlich auf seine Anionen zurückzuführen, erscheint uns nicht berechtigt. Abgesehen von diesen Unklarheiten in den Ausführungen von MICHAELIS und PECHSTEIN machen es die wiedergegebenen Resultate unserer Untersuchung unmöglich, die Wirksamkeit der Malz- und Speicheldiastase aus ihrem elektrischen Zustand in Lösung zu erklären." (60)

Die weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiet richten sich auf die kolloidalen Eigenschaften von Pankreas- und Speicheldiastase. Nachdem MICHAELIS und HAHN dieselben Gesetzmäßigkeiten des Einflusses von Puffern und Neutralsalzen auf beide Fermente gefunden hatten, prüften sie durch Flockungsversuche die kolloidalen Eigenschaften dieser Fermente und kamen dabei zu folgendem Ergebnis: "Danach wäre die hemmende Wirkung der Salze bei hoher Fermentkonzentration durch eine Verkleinerung der Oberfläche des kolloidalen Fermentes zu erklären. Mit einer Verkleinerung der kolloidalen Teilchen ginge eine die Förderung verständlich machende Vergrößerung der Gesamtoberfläche Hand in Hand." (61)

Die Zunahme der Wirksamkeit des Fermentes durch die Vergrößerung der Oberfläche versuchte HAHN also aus der Vergrößerung der Angriffsfläche zwischen Ferment und Substrat begreiflich zu machen. Das Umgekehrte sollte für die Verkleinerung der kolloidalen Oberfläche gelten.

Zusammenfassend ist also festzustellen, daß es HAHN gelang, die Behauptung von MICHAELIS zu widerlegen, daß die Fermente amphotere Elektrolyte seien. Vielmehr zeigte er, daß die Kolloidnatur der Fermente unbedingt zu berücksichtigen ist.

c) Untersuchungen über Pyrimidinderivate

Auch über den Stoffwechsel der Pyrimidinkörper lieferte Hahn wichtige Beiträge, über die hier berichtet werden soll. Die ersten Untersuchungen galten dem Verhalten von Pyrimidinderivaten in Organismen. Dabei prüfte er das Verhalten von Hefe unter Einwirkung von Pyrimidinderivaten.

Es stellte sich heraus, daß Bierhefe und deren Extrakte Cytosin zu Uracil desamidierten, Thymin und Uracil dagegen durch Hefe nicht verändert wurden. Den Vorgang der Umwandlung von Cytosin zu Ursil führte HAHN auf eine Cytosin-Desamidase zurück.

In einer zweiten Versuchsreihe verwendete er statt Hefeextrakt *Bacterium coli* und erzielte damit dasselbe Ergebnis. Nachdem HAHN mit seinen Mitarbeitern somit zum ersten Male die Existenz eines auf natürliche Pyrimidine einwirkenden Ferments nachgewiesen hatte, beschäftigte er sich mit synthetischen Glykosiden von Pyrimidinderivaten.

In diesen Untersuchungen ging es ihm darum eine Methode zur Bestimmung dieser Pyrimidinverbindungen zu finden. Die Synthese der Glykoside von Pyrimidinderivaten ist in mancher Hinsicht bedeutsam.

Sie dient zur Aufklärung der Nukleinsäuren und ist von Interesse für Stoffwechsel und Fermentversuche mit den in diesen enthaltenen Pyrimidinderivaten Cytosin, Uracil und Thymin. So stellten sie beispielsweise Cytosin über das Silbersalz des Methylcytosins und des Isocytosins dar. Die genaue Beschreibung dieser Untersuchungsergebnisse würde in diesem Rahmen jedoch zu weit führen.

Es sei noch erwähnt, daß HAHN die Ergebnisse dieser Untersuchungen auf dem 12. Physiologenkongress im August 1926 in Stockholm vorgetragen hat.

Amandus HAHN hat also zur Ausbildung einer neuen Methode zur Bestimmung von Pyrimidinderivaten beigetragen und in der Hefe ein Cytosin zu Uracil desamidierendes Ferment entdeckt.

2. Forschungen auf dem Gebiet des Intermediärstoffwechsel

HAHN hatte sich in seinen ersten wissenschaftlichen Arbeiten mit Untersuchungen befaßt die mehr oder weniger in das Gebiet der Physiologie gehörten, doch war er bereits 1924 mit seinen Arbeiten über Pyrimidinderivate in den physiologisch-chemischen Bereich vorgerückt. Seit 1926 galt dann sein Hauptinteresse den Vorgängen im intermediären Stoffwechsel, speziell den Dehydrierungsprozessen.

A. Dehydrierungsvorgänge im Intermediärstoffwechsel

a) Theoretische Voraussetzungen zu HAHNs Versuchen

Seine ersten Arbeiten führte HAHN gemeinsam mit Haarmann durch, sie befaßten sich mit der Dehydrierung der Bernsteinsäure. In diesem Zusammenhang ist es allerdings nötig, etwas weiter auszuholen, um die Zusammenhänge aufzuzeigen. Diese Dehydrierungsversuche HAHNs waren veranlaßt durch die im Jahre 1913 von Heinrich WIELAND (62) aufgestellte Dehydrierungstheorie. Dieser Theorie zufolge sind die Fermente, die den Abbau der Stoffe bei biologischen Oxydationen herbeiführen auf ein spezifisches Substrat eingestellt, zweitens sind die biologischen Oxydationen Dehydrierungsvorgänge, die sich nicht unter Aufnahme von Sauerstoff, sondern unter Abgabe von Wasserstoff vollziehen. Demzufolge bezeichnet man nach der WIELANDschen Theorie die spezifisch auf das Substrat eingestellten Fermente als Dehydrasen.

"Eine wichtige Stütze der WIELANDschen Dehydrierungstheorie", so schrieb HAHN in einer Mitteilung über Dehydrierungsversuche an der Bernsteinsäure, "sind die Versuche der THUNBERG'schen Schule, die in zahlreichen Arbeiten zeigten, daß tierische Gewebe die Eigenschaft haben, bei Abwesenheit von Sauerstoff Methyleneblau unter Bildung von Leukomethyleneblau zu entfärben, wenn gewisse Stoffe zugegen sind, die dabei den nötigen Wasserstoff abgeben sollen. Am raschesten findet die Entfärbung bei Anwesenheit von Bernsteinsäure statt. Gestützt auf Untersuchungen über die Oxydation der Bernsteinsäure durch tierische

Gewebe bei Gegenwart von Sauerstoff, die zunächst zur Fumarsäure und dann durch Wasseranlagerung mit Hilfe eines besonderen Fermentes zur Apfelsäure führten, nahm THUNBERG ohne weiteres an, daß auch bei Anwesenheit von Bernsteinsäure zunächst Fumarsäure entstand". (63)

THUNBERG selbst kennzeichnete seine Methode folgendermaßen: "Das Neue an der Methode ist, daß sie als Indikator einer derartigen Reaktion eine leicht wahrnehmbare Farbreaktion anwendet, nämlich die Entfärbung eines Farbstoffes Methylenblau zu seiner Leukoverbindung." (64)

b) Dehydrierung der Bernsteinsäure

Ausgehend von diesen Voraussetzungen und auf Anregung von Otto FRANK, stellte sich HAHN die Aufgabe, die Methylenblaumethode, bei der die grundlegenden Reaktionsprodukte noch nicht isoliert waren, zu einer präparativen Methode auszuarbeiten. HAHN nahm dazu Muskeln, auf die er unter Mitwirkung von Sauerstoff und Methylenblau Bernsteinsäure einwirken ließ. Dabei konnte er die Bildung von Fumarsäure und Apfelsäure erwarten und somit die Annahme THUNBERG's einen wichtigen Schritt weiter bringen.

Daß mit Methylenblau als Wasserstoffakzeptor durch die Einwirkung von Bakterien aus Bernsteinsäure Fumarsäure entsteht, wurde bereits von den Engländern HIRSCH Juda Quastel und WILLIAM Margret Dampier 1924 folgendermaßen dargestellt:

"Resting bacteria (*B. soli* und *B. pyocyaneus*) possess an enzyme, similar to that existing in muscle, which is capable of bringing about the reduction of methylenblue in the presence of sodium succinate." (65)

Diese Arbeit war jedoch kaum bekannt, und so kam es, daß die grundlegende Feststellung der Dehydrierung der Bernsteinsäure nicht nur von HAHN, sondern auch von WIELAND's Mitarbeitern in dessen Laboratorium untersucht wurden.

Unabhängig davon aber kamen HAHN und HAARMANN zu dem Ergeb-

nis, daß die Dehydrierung der Bernsteinsäure mit Methylenblau unter Einwirkung von Succinodehydrase zur Fumarsäure führte und sich daraus durch Addition von Wasser Apfelsäure bildete.

Dagegen stand die Ansicht BACHs aus Moskau, der in einer Abhandlung über die Succinodehydrase feststellte: "Die enzymatische Oxydo-Reaktion auf Kosten des Sauerstoff-Moleküls sind daher zwei voneinander völlig unabhängige, durch verschiedene Enzyme ausgelöste Prozesse. Mit dieser Schlußfolgerung stehen im Widerspruch in der Literatur vorhandene Angaben über die Existenz einer Succinodehydrase, welche die Dehydrierung der Bernsteinsäure sowohl durch die Vermittlung, wie durch die des molekularen Sauerstoffs hervorbringen soll." (66)

Die Behauptung BACHs war jedoch nicht auf einwandfreie Versuche gestützt, wie sich später ergeben sollte. Um Mißverständnissen vorzubeugen, schrieb HAHN in seiner ersten Mitteilung über die Dehydrierung der Bernsteinsäure:

"Wir weisen ferner darauf hin, daß das Resultat der Untersuchungen von Gottwald FISCHER mit Herzmuskel, das einige Wochen vor unseren vorläufigen Mitteilungen erschien, sich im wesentlichen mit unseren davon ganz unabhängigen und mit anderen Methoden gewonnenen Resultaten am Skelettmuskel deckt. Die ausgezeichneten Untersuchungen von THUNBERG und seiner Schule haben somit ein sicheres Fundament erhalten." (67)

Das eigentliche Verdienst HAHNs bestand also in der Ausarbeitung einer präparativen Methode zur Bestimmung von Bernsteinsäure, Apfelsäure und Fumarsäure. Damit bot sich auch die Möglichkeit, einen besseren Einblick in die quantitative Seite dieser Vorgänge zu gewinnen und gleichzeitig einen Beweis für ihr tatsächliches Vorhandensein im Stoffwechselgeschehen zu liefern.

c) Abbau der Apfelsäure bis zur Brenztraubensäure

In den vorausgegangenen Untersuchungen konnte HAHN zeigen, daß die Dehydrierung der Bernsteinsäure bei Abwesenheit von Sauerstoff und

in Gegenwart von Methylenblau als Wasserstoffakzeptor zunächst zur Fumarsäure führt, und daraus schließlich durch fermentative Anlagerung von Wasser Apfelsäure entsteht. Das weitere Interesse galt nun dem Abbau der Apfelsäure. In einer früheren Mitteilung hatten HAHN und HAARMANN bereits zeigen können, daß bei der Dehydrierung der Apfelsäure durch eine Dehydrase im Muskel bei Gegenwart von Methylenblau als Wasserstoffakzeptor ein Stoff entsteht, der sich unter Abspaltung von CO_2 weiter verändert. Sie hielten es für sehr wahrscheinlich, daß es sich um Oxalessigsäure handelte. HAHN ging nun daran, die sich bildende Oxalessigsäure im Moment ihrer Entstehung abzufangen, wozu er Semicarbazid benutzte.

In Versuchen, die Malat bei Gegenwart von Methylenblau als Dehydrierungs- und Semicarbazid als Abfangmittel enthielten, ließ sich gegenüber den Versuchen ohne Malat eine vermehrte Ausscheidung von Phenylhydrasen der Brenztraubensäure feststellen. Durch besondere Versuchsbedingungen konnte nachgewiesen werden, daß synthetische Oxalessigsäure unter den gleichen Bedingungen von Semicarbazid abgefangen wird, und daß weiter zum Muskel zugesetzte Oxalessigsäure durch CO_2 -Abspaltung aus der aus dem Semicarbazon freigesetzten Oxalessigsäure in Brenztraubensäure übergeht. Hieraus zogen HAHN und HAARMANN den Schluß, daß Oxalessigsäure als erstes Dehydrierungsprodukt aus der Apfelsäure entsteht. Dazu schrieb HAHN in seiner dritten Mitteilung: "Übrigens müßte man auch dann, wenn schon im Muskel selbst aus Apfelsäure Brenztraubensäure entstanden und diese als Semicarbazon gebunden worden wäre, auf Oxalessigsäure als erstes Dehydrierungsprodukt schließen, da wir früher in Übereinstimmung mit anderen Autoren zeigen konnten, daß der Muskel die Abspaltung von CO_2 aus der Oxalessigsäure unter Bildung von Brenztraubensäure stark beschleunigt, während unter gleichen Umständen eine Abspaltung von CO_2 aus Apfelsäure eintritt." (68)

d) Dehydrierung der Milchsäure

In Fortführung der Untersuchungen über Dehydrierungsvorgänge beschäftigten sich nun HAHN und seine Mitarbeiter mit der Dehydrie-

rung der Milchsäure. Dabei gelang es ihnen Milchsäure mit Muskelbrei zu Brenztraubensäure zu dehydrieren, was wiederum in Einklang mit der WIELANDschen Theorie stand, nach der als erstes Dehydrierungsprodukt der Milchsäure Brenztraubensäure entsteht.

Um die entstandene Brenztraubensäure keiner weiteren Dehydrierung auszusetzen, wurde sie mit Semicarbazon abgefangen. Dabei zeigte sich, daß auch ohne Gegenwart eines fremden Wasserstoffakzeptors im gewöhnlichen Vakuum eine Dehydrierung der Milchsäure stattfindet. In der gleichen Abhandlung heißt es: "Abgesehen von jeder Deutung steht die Tatsache fest, daß im Muskelbrei ohne Zufügung eines Wasserstoffakzeptors eine Dehydrierung der Milchsäure zu Brenztraubensäure vor sich geht, und zwar unter Versuchsbedingungen, die man bis jetzt bei Versuchen mit Organbrei als anaerob bezeichnet hat." (69)

Es fand also auch ohne Akzeptoren wie Methylenblau eine Dehydrierung zugesetzter Stoffe durch die im Muskel natürlich vorhandenen Akzeptoren statt.

e) Oxydation der Milchsäure

Im Anschluß an diese Dehydrierungsversuche gingen Hahn und FISCHBACH daran, die Oxydation der Milchsäure näher zu untersuchen. Ihre dabei erzielten Ergebnisse standen dabei in Widerspruch zu denen von Otto MEYERHOF (70). Dieser hatte die Ansicht vertreten, daß zur Oxydation der Milchsäure neben einem thermolabilen ein thermostabiles Ferment nötig sei. Dabei ging er von der Beobachtung aus, daß zerkleinerte Muskulatur durch Auswaschen mit destilliertem Wasser die Eigenschaft zu atmen verlöre. Durch Zusatz von Muskelsaft konnte er gewaschene Muskulatur wieder zur Atmung anregen. Dieser Kochsaft sollte seiner Ansicht nach das thermostabile Ferment enthalten. Gestützt wurde diese Hypothese von Albert von SZENT-GYÖRGI (71), der einwandfrei bewiesen zu haben glaubte, daß bei der Milchsäureoxydation im Muskel ein Koferment beteiligt sei. Dagegen neigten HOLDEN und AHLGREN dazu, die Existenz eines Koferments

bei der Milchsäureoxydation aufgrund ihrer Versuchsergebnisse abzulehnen.

Da aber ein entscheidender Beweis weder in der einen noch in der anderen Richtung vorlag, unterzog HAHN diesen Fragenkomplex einer experimentellen Bearbeitung. Dabei zeigte sich, daß trotz starker Atmungsanregung durch Kochsalz keine nachweisbare Oxydation der Milchsäure erfolgt, zumal eine dem O_2 -Verbrauch entsprechende Abnahme der Milchsäure nicht zubeobachten war.

"Wäre die Annahme von MEYERHOF und SZENT-GYÖRGI richtig", so heißt es dazu, "daß durch Auswaschen lediglich ein Koferment aus der Muskulatur entfernt wird, das Ferment aber im Muskel zurückbleibt, so müßte nach Zusatz des das Koferment enthaltenden Kochsaftes genau wie im ausgewaschenen Muskel eine Abnahme des Milchsäurewertes beobachtet werden. Die Annahme eines Kofermentes der Milchsäure im Muskel hatte sich damit als überflüssig erwiesen." (72)

f) Dehydrierung der Zitronensäure und weiterer Stoffwechselprodukte

Nach den Versuchen über die Dehydrierung der Milchsäure gingen HAHN und HAARMANN daran, den Abbau der Zitronensäure zu untersuchen. Sie konnten zeigen, daß bei der Dehydrierung der Zitronensäure im Muskel in Gegenwart von Methylenblau Brenztraubensäure entsteht.

In weiteren Untersuchungen befaßte sich HAHN mit dem Abbau von Fruktosediphosphorsäure, Glycerinphosphorsäure und Propionsäure im Muskel. Dabei fanden er und seine Mitarbeiter, daß diese drei Säuren zu Brenztraubensäure dehydriert werden. Gleichzeitig wies HAHN aufgrund der bereits bei Dehydrierungsvorgängen erhaltenen Ergebnisse auf die zentrale Bedeutung der Brenztraubensäure im Stoffwechselgeschehen hin.

Diese Ergebnisse der Dehydrierungsversuche sollen der Übersicht halber nochmals kurz dargestellt werden. Gestützt auf die WIELAND-

sche Dehydrierungstheorie und die THUNBERG'sche Methylenblauemethode, konnte HAHN zeigen, daß durch Dehydrierung der Brenztraubensäure zunächst Fumarsäure, Apfelsäure, Oxalelessigsäure und daraus schließlich Brenztraubensäure entsteht. Diese Dehydrierungen vollzogen sich nach Ansicht HAHN's ohne Zusatz fremder Akzeptoren, die man vorläufig als "natürliche Akzeptoren" bezeichnete und über deren Natur nichts weiter bekannt war.

Diese Probleme konnten erst von den Biochemikern unserer Tage gelöst werden. Trotzdem waren die Untersuchungsergebnisse HAHN's wie die seiner Zeitgenossen wichtige Bausteine für die spätere Aufklärung des Intermediärstoffwechsels.

B. Bedeutung der Feinstruktur des Muskels für die Kohlenhydratbildung

Mit den Untersuchungen über Dehydrierungsvorgänge im Organismus waren HAHN's Arbeiten noch lange nicht erschöpft. Eine weitere wichtige Studie galt der Bedeutung der Feinstruktur des Muskels für die Bildung von Kohlenhydraten, die er zusammen mit NIEMER und BELMONTE, der gastweise bei HAHN arbeitete, ausführte. Dabei kamen sie zu dem interessanten Ergebnis, daß die normale Bildung von Kohlenhydraten an die Struktur der Muskelfibrillen geknüpft sein müsse. Diese Annahme HAHN's legte die Vermutung nahe, daß die räumliche Anordnung in der Zelle eine wesentliche Vorbedingung für die sich in der Muskulatur abspielenden chemischen Vorgänge ist, deren Aufdeckung den Biochemikern unserer Zeit weitgehend gelungen ist.

C. Erholungsvorgänge im Muskel

Auch ein mit den vorhergehenden Untersuchungen in engem Zusammenhang stehendes Problem, der Erholungsvorgang im Muskel, beschäftigte HAHN. Dabei nahm er gegen die Ansicht MEYERHOF's Stellung, daß der Erholungsvorgang im Muskel als gekoppelte Reaktion aufzufassen und damit rein chemisch zu erklären sei. Der Erho-

lungsvorgang im Muskel war nach Ansicht HAHNs vielmehr ein komplizierter Lebensprozeß, der keineswegs auf rein chemische Vorgänge zurückgeführt werden könne, weil dabei die Struktur des Muskels von grundlegender Bedeutung sei, wie er in seinen Experimenten zeigen konnte. In seiner Veröffentlichung über die gekoppelte Reaktion kam HAHN zu der Feststellung: "Kann man den gleichseitigen Ablauf zweier Reaktionen in biologischem Material als eine gekoppelte Reaktion formulieren, so ist der gleichseitige Ablauf und seine Notwendigkeit erwiesen. Ist dieses Formulieren nicht möglich, so muß man sich darüber im Klaren sein, daß die Annahme des speziellen biologischen Parallelvorganges mehr oder weniger willkürlich ist. In lebendem Material laufen zahllose Vorgänge zu gleicher Zeit nebeneinander ab, die man niemals alle kennt. Wer weiß, ob nicht ein unbekannter Vorgang viel eher als notwendiger Parallelvorgang aufzufassen ist, als gerade der, den man zufällig beobachtet hat." (73)

HAHN hatte damit formuliert, was sich in der biochemischen Forderung immer wieder bestätigen sollte, daß komplizierte Vorgänge sich durchaus nicht immer in ein bestimmtes Schema einordnen lassen, sondern sehr komplexe Vorgänge darstellen und die Trennung von abdingbaren und unbestimmten biologischen Prozessen größerem Erkenntnis bereiten kann.

D. Weitere Fermentarbeiten über die Milchsäure

a) Abbau der Milchsäure durch Hefefermente

Aus der großen Zahl von Untersuchungen, die HAHN und sein Mitarbeiter mit Milchsäure vorgenommen haben, sollen noch diejenigen über die Einwirkung der Hefefermente hier berücksichtigt werden. Es zeigte sich dabei, daß Milchsäuredehydrase, die aus gewissen Hefeextrakten stammt, bei Gegenwart von Methylenblau als Wasserstoffakzeptor Milchsäure zu Brenztraubensäure dehydriert. Weiterhin ließ sich zeigen, daß bei Zusatz von Sauerstoff kein Abbau der Milchsäure erfolgt und auch bei Zusatz des gelben Atmungsfermentes keine Dehydrierung der Milchsäure durch Sauerstoff stattfand, das gelbe At

mungsferment somit also nicht als O_2 -Träger fungieren konnte.

b) Hemmung der Milchsäure durch Sauerstoff

Abschließend soll noch über die Milchsäurehemmung durch Sauerstoff berichtet werden. HAHN und Mitarbeiter kamen dabei zu der Auffassung, daß die hemmende Wirkung des Sauerstoffs auf die Milchsäurebildung im Muskel von einem Stoff abhängen müsse, der durch Auswaschen aus der Muskulatur entfernt werden könne. Weiterhin stellten sie fest, daß dieser Stoff die Atmung des Muskels nicht beeinflusste, woraus sie den Schluß zogen, daß die Hemmung der Milchsäurebildung durch Sauerstoff nichts mit der gleichzeitigen Oxydation der Milchsäure zu tun haben könne. Damit zeigte sich weiterhin, daß bei diesen Vorgängen die Annahme einer gekoppelten Reaktion nicht der Wirklichkeit entsprach, wie Hahn bereits früher geäußert hatte.

4. Kohlenhydratstoffwechsel verschiedener Organe

HAHN hat zusammen mit seinen Mitarbeitern auch den Kohlenhydratstoffwechsel verschiedener Organe geprüft. Dazu benutzten sie Organbreite von Leber, Niere, Herz und Gehirn und anderer Organe, und untersuchten darum den Abbau von Glukose, Glykogen, Glycerinsäure und Hexosediphosphorsäure. Dabei zeigte sich stets, daß sich aus den in den Zellen enthaltenen Kohlenhydraten reichlich Milchsäure bildete und dann auch Glycerin-Phosphorsäure unter Abspaltung von Phosphorsäure in größerem Umfang entstand. War dagegen die Milchsäurebildung schwach, so war auch die Phosphorsäureabspaltung gering. HAHN und seine Mitarbeiter konnten dann die verschiedenen Organe hinsichtlich dieses Verhaltens in eine Reihenfolge bringen und damit vergleichende Ergebnisse über den Stoffwechsel der Organe vorlegen.

IV. ZUSAMMENFASSUNG

Mit diesen Intermediärstoffwechseluntersuchungen fanden HAHNs wissenschaftliche Veröffentlichungen eigentlich ihren Abschluß, da aufgrund der damaligen widrigen Umstände keine Möglichkeit zu weiterer Arbeit an diesen Themen war. Dennoch konnte HAHN auch während des Krieges und in der Nachkriegszeit noch einige theoretische und experimentelle Arbeiten veröffentlichen und einige Neuauflagen seiner Lehrbücher herausbringen.

Wie bereits erwähnt, war HAHN während des Krieges mehrfach ausgebombt worden und hatte dadurch große Teile seiner Bibliothek und seiner Arbeitsunterlagen verloren. Auch in der Nachkriegszeit war es ihm dann kaum mehr möglich, seine geplanten Arbeiten fortzusetzen, da das Physiologische Institut im Jahre 1944 bis auf einen kleinen Bereich zerstört worden war. Es waren nur noch zwei Räume benutzbar. Bücher und Apparaturen jedoch fast völlig zerstört. Erst 1951 war das Institut baulich soweit hergestellt, daß es in Betrieb genommen werden konnte. HAHN konnte daran leider nicht mehr teilnehmen, da ein früher Tod seinen Plänen ein Ende setzte.

Bei Würdigung von HAHNs Arbeiten sollte man nicht übersehen, daß seine Forschungen unter verhältnismäßig einfachen Bedingungen zustande gekommen sind und daß er dauernd mit einem Mangel an Arbeitsräumen, zu geringen finanziellen Mitteln und einer ungenügenden Zahl von Mitarbeitern zu kämpfen hatte. Um so erstaunlicher sind die von ihm und seinen Mitarbeitern gewonnenen Ergebnisse, auf deren wichtigste abschließend noch einmal hingewiesen werden soll.

HAHNs erste selbständige Arbeiten befaßten sich mit den Eigenschaften und Wirkungsweisen der Fermente, sowie mit der Umwandlung von Kreatin und Kreatinin. Nach seiner Habilitation erschien seine Abhandlung über die Bedeutung des Massenwirkungsgesetzes für die Physiologie. HAHNs profunde mathematischen und physikalischen Kenntnisse waren die Voraussetzung für diese Arbeit. Seine weiteren experimentellen Arbeiten bezogen sich auf die Desamidierung von

Cytosin zu Uracil und sowie die Herstellung von Glykosiden verschiedener Pyrimidinderivate.

Besonders interessant waren HAHNs Untersuchungen über die Dehydrierung der Bernsteinsäure, wobei er einzelne Stufen des Abbaus experimentell erfassen konnte. Dabei zeigte sich, daß der Abbau der Bernsteinsäure über Fumarsäure, Apfelsäure und Oxalessigsäure schließlich zu Brenztraubensäure führt. Der von ihm und anderen erforschte Abbaumechanismus war, wie spätere Forscher auf diesem Gebiet herausfanden, ein wesentlicher Teil des Zitronensäurezyklus und des anaeroben Kohlehydratstoffwechsels. In zahlreichen Arbeiten hat sich HAHN weiterhin mit dem Kohlehydratstoffwechsel beschäftigt. Von ihm stammt auch die Feststellung, daß die Feinstruktur des Muskels für die Kohlenhydratbildung im Muskel von entscheidender Bedeutung ist. Diese Beobachtung legte die Vermutung nahe, in der räumlichen Struktur der Zelle die Ursache chemischer Vorgänge zu suchen. Noch andere experimentelle Arbeiten betrafen vor allem den Kohlenhydratstoffwechsel in Organen.

Indes sollte man nicht vergessen, daß HAHN auch ein ausgezeichnete Lehrer war, der es verstand sein Wissen in klarer und verständlicher Weise zu vermitteln. So konnte er sich während seiner Vorlesungstätigkeit auch einer begeisterten Zuhörerschar erfreuen. Sein "Grundriß der Physiologischen Chemie" und seine "Einführung in die physiologisch-chemischen Arbeitsmethoden" sind als literarische Bestätigung seiner ausgezeichneten didaktischen Fähigkeiten anzusehen.

Auch ein kleines Werk über den "Kreislauf der Stoffe in der Natur" und ein kurzgefaßtes Lehrbuch über die "Grundzüge vom Stoffwechsel und der Ernährung" fassen klar und verständlich die wichtigsten Erkenntnisse auf diesem Gebiet zusammen.

Eine alleinige Aufzählung von HAHNs Schriften und Arbeiten würde wohl nicht das wahre Bild seiner Persönlichkeit widerspiegeln. Vielmehr war es wahrscheinlich seine universelle Bildung auf dem Gebiet der Natur- und Geisteswissenschaften, die seine Schaffenskraft und sein Denken entscheidend beeinflussten.

VII. NACHWORT

Um der Persönlichkeit HAHNs gerecht zu werden, ist es daher zum Schluß dieser Betrachtung angebracht, das Urteil seines Freundes, des Leiters des Physiologischen Institutes, Richard Wagner zu zitieren:

"Wenn HAHN somit auf dem Gebiet der Physiologischen Chemie große und bleibende Verdienste besitzt, so ist doch all das Viele, das der Fachmann an ihm sehen konnte, nur ein kleiner Ausschnitt dessen, was HAHN an geradezu universeller Bildung besaß. Sein Fachwissen stand solid wie eine Pyramide auf breiter philosophischer Basis und die seltene, aparte Feinstruktur seines Intellekts war mit vielen glänzenden Fäden anderer Disziplinen durchwebt. So waren seine historischen und besonders kunsthistorischen Interessen und Kenntnisse ungewöhnlich groß. Wenn er in seinem engeren Fachgebiet mit dem Werkzeug seines scharfen Verstandes der Erkenntnis und der Wahrheit dienstbar war, so suchte er außerhalb desselben mit feinem Gefühl das Schöne. Unmöglich konnte ein Mann solch hoher Bildung und Kultur mit der seelischen Primitivität und Gewaltanwendung einer vergangenen Ära sich abfinden. Sein glänzender Humor, der ihm und anderen über manche schwere Lage in seinem von Krankheit beschatteten Leben hinweghalf, bekam damals in der Abwehr eine besonders sarkastische Note und kritische Bemerkungen gegen das Regime brachten ihn oft in Gefahr. Der Bescheidenheit und Stille seines Wesens war ein Auftrumpfen im öffentlichen Leben ebenso zuwider, wie er auch aller Aufbauschungen und marktschreierischen Mache auf den Gebieten der Wissenschaft bis in sein Innerstes abhold war. Seine historisch-philosophische Grundbildung gab ihm für diese eitle Welt einen großen Maßstab in die Hand, den er nicht nur lächelnd an das zeitgenössische Geschehen und seine Umwelt, sondern auch an sich selbst oft anlegte, ein Maßstab, der ihm alles einschließlich seiner selbst nur klein erscheinen ließ. Groß war HAHN als Mensch von außergewöhnlicher Güte und nie ermüdender, spontaner Hilfsbereitschaft. Alle die ihn kannten, werden das liebenswerte Wesen von Amandus HAHN nie vergessen." (74)

ANMERKUNGEN

(Die in Klammern gestellten Jahre beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.)

- Anm. 1 Niemer Helmut, Hahn Amandus, Zeitschrift für Biologie Bd. 105 (1953) S. 1
- Anm. 2 Niemer Helmut, geb. am 17. 4. 1900 Zantoch (Brandenburg) Studium der Chemie in Heidelberg und München, 1929 Dr. Ing.; seit 1936 Assistent am Physiol. Inst., 1940 Promotion zum Dr. med. ebenfalls in München, 1942 Privatdozent, 1950 apl. Professor, seit 1967 im Ruhestand, lebt in München.
- Anm. 3 Hertwig Richard, geb. am 23. 9. 1850 Friedberg (Hessen) Medizinstudium und Zoologie in Jena, 1872 Dr. med. in Jena, 1881 o. Prof. in Königsberg und 1885 in München. Grundlegende Arbeiten über die Pathogenese und Zellenlehre. Gest. am 3. 10. 1937 in Schiederloh b. München.
- Anm. 4 Fischer Hans, geb. am 27. 7. 1881 Höchst, Studium der Chemie in Marburg und München, 1904 Dr. phil., 1908 Dr. med. in München, 1916 Prof. der Med. Chemie in Innsbruck, 1918 in Wien, 1921 Prof. der Chemie in TH München. 1930 Nobelpreis für Chemie durch Forschungen über Blutfarbstoffe. Gest. am 31. 3. 1945 in München.
- Anm. 5 Siehe Lit. Verz., C 47 - 48.
- Anm. 6 Personalakte Hahn A., Universitätsarchiv München.
- Anm. 7 Brömser Philipp, geb. am 28. 8. 1886 in Rüdesheim, 1911 Promotion in Marburg zum Dr. med., dann im Physiol. Inst. in München tätig. 1918 Habilitation dort für Physiologie, (1922 o. Prof.), 1925 Prof. in Basel, 1940 Heidelberg; gest. am 11. 9. 1940 in München.

- Anm. 8 Frank Otto, geb. am 21. 6. 1865 in Großumstadt/Hessen, Studium: München, Kiel und Straßburg, 1892 Dr. med. Leipzig, Assistent in München, dort 1895 Habilitation für Physiologie, 1905 Prof. in Gießen. Seit 1908 Prof. in München, dort gest. am 2. 11. 1944.
- Anm. 9 Niemer hatte bereits im Sommersemester 1943 eine einstündige Vorlesung über Fermente und ihre Wirkungsweise gehalten und dann später ab Wintersemester 1948/49 eine Vorlesung über den klassischen Stoffwechsel. Seit Sommersemester 1949 las Niemer über die Grundlagen der Physiologie, nachdem ihm ein Lehrauftrag für Turnlehrer erteilt worden war, und schließlich über Physiologische Chemie für Studierende der Zahnheilkunde. Außerdem hat er zusammen mit Hahn das biochemische Praktikum durchgeführt. Nach Hahns Tode übernahm er nunmehr als apl. Professor vertretungsweise dessen Vorlesungen einige Semester lang, bis der Lehrstuhl neu besetzt werden konnte.
- Anm. 10 Rehm Albert, geb. am 15. 8. 1871 in Augsburg, Dr. phil., seit 1906 Prof. für Philologie u. Pädagogik in München, Rektor von 1930 - 1931 und 1945 - 1946 (durch die Militärregierung kommissarisch eingesetzt). Gest. am 31. 7. 1949 in München.
- Anm. 11 dto. Anmerkung 6.
- Anm. 12 Reichel Hans, geb. am 22. 10. 1911 Cognac/Frankreich, Assistent und seit 1944 Doz. für Physiologie in München, a.o. Prof. 1952, seit 1962 Professor der Physiol. in Hamburg.

- Anm. 13 Wagner Richard, geb. am 23. 10. 1893 in Augsburg, Stud. der Med. in München und Innsbruck, dort 1920 Promotion, 1925 Doz. in Tübingen für Physiologie, 1929 a.o. Prof. in Graz, 1922 o. Prof. in Erlangen, 1938 in Innsbruck, 1941 in München. Gest. am 19. 12. 1970 in München.
- Anm. 14 Maria Hahn geb. Gerstner. Seit 1937 mit Hahn A. verheiratet. Jetzt in Dießen am Ammersee wohnhaft. Sohn Otto geb. am 26. 8. 1937.
- Anm. 15 Meyer Erich, geb. am 7. 6. 1924 in München, Stud. in München, dort Promotion zum Dr. med. 1949, seit 1947 im Physiol. Institut bei Hahn, Priv. Doz. seit 1961, gest. am 15. 12. 1969 in München.
- Anm. 16 Personalakte A. Hahn, Universitätsarchiv München.
- Anm. 17 dt., siehe Anm. 8.
- Anm. 18 Voit Carl, geb. am 31. 10. 1831 in Augsburg, Med. Stud. in München, Würzburg und Göttingen. 1856 Ass. am Physiol. Inst. München, Habil. 1857 für Physiologie, 1860 a.o. Prof., 1863 o. Prof. und Direktor des Physiol. Inst. - Mitglied der Bayer. und Berliner Akad. Wiss., gest. am 31. 1. 1908 in München.
- Anm. 19 Buchner Eduard, geb. am 20. 5. 1860 in München - 1888 Dr. phil., 1891 Priv. Doz. in München für Chemie, 1896 a.o. Prof. der analyt. und pharmazeutischen Chemie in München, 1898 Prof. in Berlin, 1909 in Breslau, 1912 in Würzburg. Nobelpreis für Chemie 1907. Gest. am 13. 8. 1917 Fokschani/Rumänien.
- Anm. 20 Fasold Hugo, geb. am 17. Oktober 1896, Stud. der Chemie in München, 1926 med. Examen, 1932 Habilitation für das Fach Kinderheilkunde in Göttingen. Später Leiter verschiedener Kinderkliniken. Gest. am 14. Mai 1975.

- Anm. 21 Schäfer Hans hat nur gastweise in den Jahren 1926 - 28 am Physiol. Institut gearbeitet.
- Anm. 22 Laves Wolfgang, geb. am 25. 1. 1901 in Hannover, Studium der Chemie, Promotion zum Dr. med. in München; dann Übernahme der väterl. Arzneimittelfabrik in Hannover von 1927 - 1968. Gest. am 6. 1. 1973 in Hannover.
- Anm. 23 Haarmann Walter, geb. am 5. 4. 1901 Winzerberg/Westerberg, Stud. Nat. Göttingen, Med. München, Dr. med. 1927 München, Dr. phil. (Chemie) 1929, Assistent am Physiol. Inst. München bis 1930, dann am Pharmakol. Inst. Münster, dort 1932 Habil., 1944 a.o. Prof., gest. am 8. 3. 1971 in Münster.
- Anm. 24 Fischbach Erich, geb. am 7. 11. 1903 in Konstanz, 1929 Promotion als Chemiker zum Dr. phil. bei Prof. Wieland und 1937 zum Dr. med. in München. 1930 - 1936 Wiss.Ass. am Physiol. Inst. in München, 1934 Habil. in Posen, seit 1946 Facharzt für innere Medizin in München.
- Anm. 25 Über die Endprodukte des Purinstoffwechsels bei Säugtieren, Jahresverzeichnis der deutschen Hochschulschriften Dissertation, München 1922
- Anm. 26 Nachweis von Kreatin und Kreatinin durch Nitroprusidnatrium neben Aceton.
dto. s. Anm. 25, München 1922
- Anm. 27 Entstehung des Kreatins aus Kreatinin.
dto. s. Anm. 25, München 1922
- Anm. 28 Das Schicksal der Pyrimidinderivate im Organismus,
dto. s. Anm. 25, München 1923

- Anm. 29 Ist im Mundspeichel und Pankreassaft des Menschen Maltase vorhanden?
dto. s. Anm. 25, München 1923
- Anm. 30 Über die sogenannten Atmungskörper und die Stoffwechselvorgänge der ruhenden Muskulatur.
dto. Anm. 25, München 1924
- Anm. 31 Neuere Theorien über den Mechanismus und Verlauf biologischer Oxydationsvorgänge.
dto. s. Anm. 25, München 1927
- Anm. 32 Studien über Wasserstoffakzeptoren.
dto. Anm. 25, München 1933
- Anm. 33 Die Abhängigkeit des Stoffwechsels von der Körperoberfläche.
dto. s. Anm. 25, Günzburg 1934
- Anm. 34 Die Hemmung der Milchsäure im Muskel durch Sauerstoff.
dto. s. Anm. 25, München 1937
- Anm. 35 Über die Herkunft und die Bedeutung von Kreatin und Kreatinin.
dto. s. Anm. 25, München 1937
- Anm. 36 Über den Einfluß der gelben Atmungsfermente auf die Dehydrierung von Laktazidogen und Hexosephosphorsäure durch Hefehydrasen.
dto. s. Anm. 25, München 1937
- Anm. 37 Die Darstellung der Glycerinphosphorsäure bei der Umsetzung der Hexosediphosphorsäure durch Hefe.
dto. s. Anm. 25, München 1938
- Anm. 38 Der Abbau der Milchsäure im Muskelbrei.
dto. s. Anm. 25, München 1939

- Anm. 39 Das Schicksal der Brenztraubensäure.
dto. Anm. 25, München 1939
- Anm. 40 Cholesterin und andere Stearine im Stoffwechsel.
dto. s. Anm. 25, München 1939
- Anm. 41 Über den Abbau der Zitronensäure.
dto. s. Anm. 25, München 1940
- Anm. 42 Chemie und Physiologie des Vitamins E.
dto. s. Anm. 25, München 1943
- Anm. 43 Zur Überführung von Acetessigsäure in beta-Oxybutter-
säure durch Hefe.
dto. s. Anm. 25, München 1944
- Anm. 44 Die Dehydrasen, ihre Bezeichnungen zueinander und ihre
Bedeutung im Stoffwechsel.
dto. s. Anm. 25, München 1945
- Anm. 45 Über die Hemmung der Milchsäurebildung durch Sauer-
stoff in der Pylorusmuskulatur des Pferdes.
dto. s. Anm. 25, München 1945
- Anm. 46 Der heutige Stand der Methämoglobinforschung.
dto. s. Anm. 25, München 1947
- Anm. 47 Das Vorkommen und die Bedeutung der Oxalsäure im tie-
rischen Stoffwechsel.
dto. s. Anm. 25, München 1947
- Anm. 48 Zur Frage der Fettbildung aus Eiweiß.
dto. s. Anm. 25, München 1947
- Anm. 49 Über den enzymatischen Abbau einiger wichtiger pflanzli-
cher Glucoside.
dto. s. Anm. 25, München 1948

- Anm. 50 Beiträge zur Hemmung der Glykolyse durch Sauerstoff.
dto. s. Anm. 25, München 1948
- Anm. 51 s. Literatur-Verzeichnis, Veröffentlichungen von Hahn A.,
B 4 - 45
- Anm. 52 Hahn A., Über die gegenseitige Umwandlung von Kreatin
in Kreatinin, Zeitschr. f. Biol. 72 (1920) S. 23 - 36
- Anm. 53 dto. s. Anm. 52 S. 305 - 313
- Anm. 54 dto. s. Anm. 52 Bd. 78 (1923) S. 92 - 118, Bd. 83 (1925)
S. 283 - 288
- Anm. 55 Gottlieb Rudolf, geb. am 1. 9. 1864 in Wien, dort Studium
und Promotion zum Dr. med., 1889 Ass. in Heidelberg,
1892 Priv. Doz., seit 1898 o. Prof. u. Dir. des Pharma-
kol. Inst. in Heidelberg, dort gest. am 31. 10. 1921.
- Anm. 56 Über das Verhalten von Kreatinin bei der Autolyse.
Hoppe Seylers Zeitschrift für Physiologie Bd. 52 (1907)
S. 29
- Anm. 57 dto. s. Anm. 52 Nd. 78 (1923) S. 104
- Anm. 58 Hahn Amandus, Der Einfluß neutraler Alkalisalze auf dia-
statische Fermente, Zeitschr. f. Biol. 71 (1920) S. 287 -
301
- Anm. 59 dto. s. Anm. 58 Bd. 71 (1920) S. 302 - 310
- Anm. 60 dto. s. Anm. 58 Bd. 71 (1920) S. 308
- Anm. 61 dto. s. Anm. 59 Bd. 73 (1921) S. 18

- Anm. 62 Wieland Heinrich, geb. am 4. 6. 1877 in Pforzheim, Dr. Ing., Priv. Doz. München 1904, a.ö. Prof. TH München 1917, Universität Freiburg 1921, München 1925, Nobelpreis für Chemie 1927. Gest. am 5. 8. 1957 in München
- Anm. 63 Hahn A., "Über die Dehydrierung der Bernsteinsäure", Zeitschr. f. Biol. Bd. 87 (1928) S. 107
- Anm. 64 Thunberg Thorsten, "Zur Kenntnis des intermediären Stoffwechsels und der dabei wirksam werdenden Enzyme", Skandinavisches Archiv für Physiologie Bd. 40 (1920) S. 8
- Anm. 65 Hirsch Quastel Juda und Witham Margret Dampier, "The equilibrium existing between succinic, fumaric and malic acids in the presence of resting bacteria", The Biochemical Journal Bd. 18 (1924) S. 533
- Anm. 66 Bach und Michlin S., "Über die sogenannte Succinodehydase", Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft Bd. 60 (1927) S. 287
- Anm. 67 Hahn A. und Haarmann W., "Über die Dehydrierung der Bernsteinsäure", Zeitschr. f. Biol. Bd. 87 (1928) S. 108
- Anm. 68 Hahn, Haarmann W. und Fischbach E., "Über die Dehydrierung der Apfelsäure" (3. Mitteilung) Zeitschr. f. Biol. Bd. 87 (1928) S. 108
- Anm. 69 Hahn A., Fischbach E. und Haarmann W., "Über die Dehydrierung der Milchsäure", Zeitschr. f. Biol. Bd. 88 (1928) S. 512
- Anm. 70 Meyerhof Otto, geb. am 12. 4. 1884 in Hannover, Dr. med. 1909, 1913 Habil. in Kiel für Physiologie, 1924 Dir. des Kaiser Wilhelm Inst. in Berlin, Dr. d. Inst. für Physiologie in Heidelberg 1929 - 1938, Ab 1940 Prof. in Pennsylvania. Erhielt 1922 den Nobelpreis für Medizin. Gest. am 6. 10. 1951 in Philadelphia.

- Anm. 71 Szent-Györgi Albert von, geb. am 16. 9. 1893 in Budapest, Prof. in Szegedin 1930, in Budapest 1946. Seit 1947 Dir. am Inst. of Muscle Research in Woods Hole (Mass.). Entdecker des Vitamin C, erhielt 1937 dafür den Nobelpreis für Medizin.
- Anm. 72 Hahn A. und Fischbach E., "Über die Dehydrierung der Milchsäure", Zeitschr. f. Biol. 89 (1929) S. 157
- Anm. 73 Hahn A., "Über die falsche Anwendung des Begriffes gekoppelte Reaktion", Sitzungsberichte der Bayer. Akad. Wiss. 1948 S. 334
- Anm. 74 Wagner Richard, Amandus Hahn (Nachruf), Bayer. Akad. Wiss. Jahrbuch 1952, S. 207 - 208

LITERATURVERZEICHNIS

A. Ungedruckte Materialien

1. Personalakte Amandus Hahn, Universitätsarchiv München
2. Personalakte Amandus Hahn, Bayer. Akad. Wiss., Archiv
3. Personen- und Vorlesungsverzeichnis der Universität München
(WS 1918/19 - WS 1952).

B. Veröffentlichungen von Amandus Hahn

(Z. Biol. = Zeitschrift für Biologie)

4. Einige Beobachtungen an Riesenlarven von *Rana esculenta*. Arch. mikr. anat. Bd. 80 Abtl. I., (Phil. Dissertation), Bonn 1912.
5. Über die oxydative Spaltung des Hämins und des Hämopyrrhols
Z. Biol.: Bd. 64 (1914) S. 141 - 160 (med. Dissertation) München 1914.
6. Über den Einfluß neutraler Alkalisalze auf diastatische Fermente.
Z. Biol.: Bd. 71 (1920) S. 287 - 310, Bd. 73 (1921) S. 10 - 18,
Bd. 74 (1922) S. 217 - 228 und Bd. 76 (1922) S. 227 - 256.
7. Über die gegenseitige Umwandlung von Kreatin und Kreatinin
Z. Biol. Bd. 72 (1920) S. 25 - 36 und S. 305 - 313, Bd. 76 (1922)
S. 247, Bd. 78 (1923), S. 92 - 118 u. S. 155 - 160 und Bd. 80
(1924) S. 195 - 210.
8. Die Bedeutung des Massenwirkungsgesetzes für die Physiologie.
(Habilitationsschrift) München 1921.
9. Über das Verhalten von Pyrimidinderivaten in den Organismen
Z. Biol.: Bd. 79 (1923) S. 179 - , Bd. 83 (1925) S. 511 - 514,
Bd. 85 (1926) S. 275 - 279.

10. Einführung in die Wirkungsweise der Fermente, Jahreskurse ärztl. Fortbildung 1924 S. 33 - .
11. Über synthetische Glykoside von Pyrimidinderivaten
Z. Biol.: Bd. 84 (1926) S. 35 - 40 und S. 411 - 416, Bd. 85 (1926) S. 280 - 288.
12. Desgl. Skand. Arch. Physiol., Bd. 49 (1926) S. 143 - .
13. Untersuchungen über physiologisch wichtige Pyrimidinderivate.
Sitz.-Ber. Ges. Morph. und Physiolog. München Bd. 37 (1925) S. 1 - 3.
14. Über die Dehydrierung der Bernsteinsäure, Z. Biol.: Bd. 86 (1927) S. 523 -, Bd. 87 (1928) S. 107 - 114, Bd. 89 (1929) S. 159 - .
15. Über die Dehydrierung der Apfelsäure, Z. Biol.: Bd. 87 (1928) S. 465 - 471, Bd. 88 (1928) S. 91 - 92 und S. 587 - 593.
16. Über die Dehydrierung der Milchsäure, Z. Biol. Bd. 88 (1929) S. 516.
17. Über die Oxydation der Milchsäure im Muskel, Z. Biol. Bd. 89 (1929) S. 332 - 334.
18. Über die Dehydrierung der Zitronensäure, Z. Biol. Bd. 89 (1929) S. 332 - 334.
19. Über die Dehydrierungsvorgänge im Muskel, Sitz.Ber.Ges. Morph. u. Physiol. München Bd. 39 (1929) S. 23 - 24
20. Desgl. Z. Biol. Bd. 89 (1930) S. 563 - , Bd. 92 (1932) S. 373 - 374
21. Desgl. Amer. Journal. Physiol. Bd. 90 (1929) S. 373 - 374

22. Über den Abbau von Fruktosediphosphorsäure, Glycerinphosphorsäure und Propionsäure im Muskel, Z. Biol. Bd. 90 (1930), S. 231 -.
23. Über den Einfluß des Säurestoffs bei der Milchsäurebildung im Warmblütermuskel, Z. Biol. Bd. 91 (1930) S. 53 - 62
24. Zur Thermodynamik des Erholungsvorganges im Muskel, Z. Biol. Bd. 91 (1931) S. 444 - 448
25. Über den Erholungsvorgang im Muskel, Z. Biol. Bd. 92 1932 S. 417 -.
26. Untersuchungen über Muskelkochsaft, Z. Biol. Bd. 91 (1932) S. 319 - 321
27. Über die Bedeutung der Struktur des Muskels für die Bildung von Kohlehydraten in Sauerstoff, Z. Biol. Bd. 91 (1931) S. 491 - 495
28. Über die Milchsäurehydrase der Hefe, Z. Biol. 95 (1932) S. 1212 -.
29. Der Abbau der Milchsäure durch Hefefermente. Z. Biol.: Bd. 94 (1933) S. 58 -, Bd. 95 (1934) S. 155 - 163 und S. 98 - 306, Bd. 96 (1935) S. 253 - 260.
30. Die Bestimmung der Brenztraubensäure im Muskel. Z. Biol. Bd. 95 (1934) S. 169 - 172, Bd. 97 (1936) S. 582 - 584.
31. Der Abbau der Milchsäure in den Zellen. Sitz. Ber. Morph. Physiol. München Bd. 43 (1934) S. 65 - 67
32. Über den Einfluß der gelben Atmungsfermente auf die Dehydrierung von Laktazidogen und Hexosephosphorsäure durch Hefehydrasen, Z. Biol. 96 (1935) S. 453 - 458

33. Über die Hemmung der Milchsäurebildung in der Zelle durch Sauerstoff, Z. Biol.: Bd. 97 (1936) S. 195 - 200 und S. 578 - 581, Bd. 98 (1938) S. 527 - 532, Bd. 99 (1939) S. 614 - 617
34. Die Darstellung der Glycerinsäurephosphorbildung und der Glycerinphosphorsäure bei der Umsetzung der Hexosediphosphorsäure durch Hefe, Z. Biol. Bd. 97 (1936) S. 573 - 577
35. Über den Einfluß von Bromacetat, Natriumfluorid und Natriumoxalat auf die Glykolyse im Muskel, Z. Biol. Bd. 98 (1937) S. 81 - 88
36. Über den Kohlehydratstoffwechsel im Leberbrei, Z. Biol. Bd. 99 (1939) S. 527 - 532.
37. Die Herstellung von Kozymasenpräparaten zu Fermentversuchen, Z. Biol. Bd. 99 (1939) S. 457 - 461.
38. Über den Kohlehydratstoffwechsel im Nierenbrei, Z. Biol. Bd. 99 (1939) S. 618 - 623.
39. Über den Kohlehydratstoffwechsel in Gewebeschnitten, Z. Biol. Bd. 100 (1940) S. 82 - 87.
40. Über den Kohlehydratstoffwechsel verschiedener Organe, Z. Biol. Bd. 100 (1940) S. 321 - 325.
41. Über eine falsche Anwendung des Begriffes "gekoppelte Reaktion", Sitz.Ber.der Bayer. Akad. d. Wissensch. (Naturw. mathemath. Klasse) 1948 S. 329 - 334.
42. Grundriß der Biochemie für Studierende, Stuttgart 1942
43. Der Kreislauf der Stoffe in der Natur, München - Berlin 1941.
44. Grundzüge vom Stoffwechsel und der Ernährung. Stuttgart 1938.

45. Nachruf auf Otto Frank, Bayer. Akad. Wiss., München 1947

C. Sonstige Literatur

46. Ahlgren Gunnar, Koferment der Atmung, Skand. Arch. Physiol. Bd. (1925) S. 107 - 111
47. Fischer Hans, Über die Molekulargröße des Hämins, Berl. chem. Gesellschaft Bd. 46 (1913) S. 2308 - 2309
48. Fischer Hans, Über Brommesoporphyrin und die Reduktion von Blut- und Gallenfarbstoffen von kolloidalem Pallidum, Hoppe-Seylers Zeitschr. Physiol., Bd. 91 (1914), S. 174 -.
49. Fischer Hans, Synthese des Trimethylpyrrols und Triäthylpyrrols, Hoppe-Seylers Zeitschr. Physiol., Bd. 84 (1913) S. 254 - 261
50. Fischer Gottwaldt, Zur Kenntnis der Succinodehydrase, Ber. dt. chem. Gesellschaft, Bd. 60 (1927) S. 2257 - 2263.
51. Hamarsten Olaf, Lehrbuch der Physiologischen Chemie, München 1926
52. Harden Arthur, The alcoholic Ferment of Yeast Juice, Proc. of the Royal Soc. of London, series Bd. 77 (1906) S. 405 -.
53. Holden Henry, The effect of yeast extract on the oxygen consumption of washed frog muscle, The Biochemical Journal, Bd. 77 (1923) S. 361 - 363.
54. Meyernof Otto, Über die Milchsäurebildung der zerschneittenen Muskulatur, Pflüg. Arch. B. 188 (1921) S. 144 - 160.

55. Meyerhof Otto, Die chemischen Vorgänge im Muskel und ihr Zusammenhang mit der Wärmebildung, Berlin 1930.
56. Michaelis L., Die Wirkungsbedingungen der Speicheldiastase, Biochem. Zeitschr., Bd. 59 (1914) S. 77 - 99.
57. Szent-Györgi von, Albert, Über den Mechanismus der Succin- und Paraphenyldiaminoxidation, Biochem. Zeitschr. Bd. 150 (1924) S. 195 - 210.
58. Szent-Györgi von, Albert, Der Oxydationsmechanismus der Milchsäure im Muskel, Z. Biol. Bd. 89 (1929) S. 149 - 158.
59. Thunberg Thorsten, Zur Kenntnis des intermediären Stoffwechsels und der dabei wirksamen Enzyme, Skand. Arch. Physiol., Bd. 40 (1920) S. 1 - 91.
60. Thunberg Thorsten, Studien über die Beeinflussung der überlebenden Froschmuskulatur durch verschiedene Stoffe, Skand. Arch. Physiol., Bd. 24 (1910) S. 72 - 74.
61. Wieland Heinrich, Über den Mechanismus der Oxydationsvorgänge, Bd. 47 (1914) S. 2085 - 2111, Ber. dt. chem. Gesellschaft.

Herrn Professor Dr. med. Dr. med. h.c. Heinz GOERKE danke ich
für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung
während der Ausarbeitung.

LEBENS LAUF

Am 21. Februar 1949 wurde ich als Sohn des Lehrers Christian Dorn und seiner Ehefrau Sofie, geb. Blüml, in Kirchreit bei Wasserburg a. Inn geboren.

Die Volksschule besuchte ich in Waldhausen, Kreis Traunstein. 1959 trat ich in das Luitpold-Gymnasium in Wasserburg a. Inn ein und legte dort im Juli 1968 das Abitur ab. Im Wintersemester 1968/69 begann ich mit dem Medizinstudium an der Ludwig Maximilians-Universität in München, wo ich im Dezember 1974 mein Staatsexamen bestand. Seit Januar 1975 bin ich als Medizinalassistent im Kreiskrankenhaus Mallersdorf-Pfaffenberg, Niederbayern, tätig.

